

Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

Le cours de F6KGL

présenté par F6GPX

Technique Chapitre 5

Les diodes et leurs montages

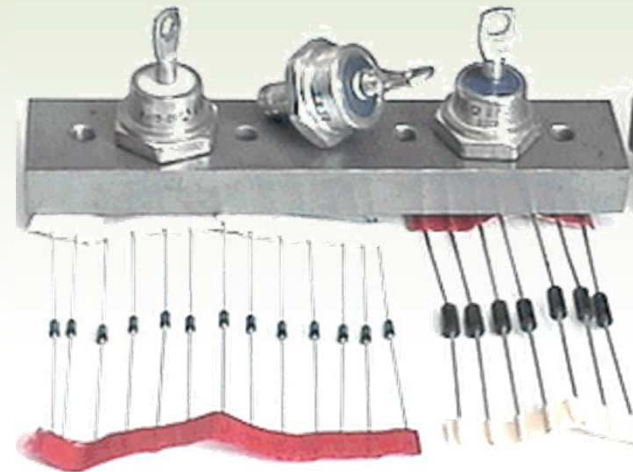
Ce document a servi pour le cours enregistré le **20/04/2018**.

Ce document (*PDF*), le fichier audio (*MP3*) et les liens des vidéos (*Youtube*) sont disponibles sur la page <http://f6kgl-f5kff.fr/lespodcasts/index.html>



5-1) diodes

- Après les **composants passifs** (obéissant à la loi d'Ohm généralisée), nous commençons à étudier les **composants actifs** (permettant d'augmenter la puissance d'un signal ou d'en modifier la forme)
- Le premier de ces composants est la **diode jonction**.
 - la diode **modifie la forme** d'un signal sans en augmenter la puissance
 - sa **structure interne** sert de base au transistor
 - présentation du composant





5-1) diodes

- Les diodes sont formées de deux **cristaux semi-conducteurs** en **Silicium (Si)** ou en **Germanium (Ge)** accolés et **dopés** par des **impuretés** de type **P** ou **N**.
- Le courant électrique circule uniquement dans le sens **$P \Rightarrow N$** .

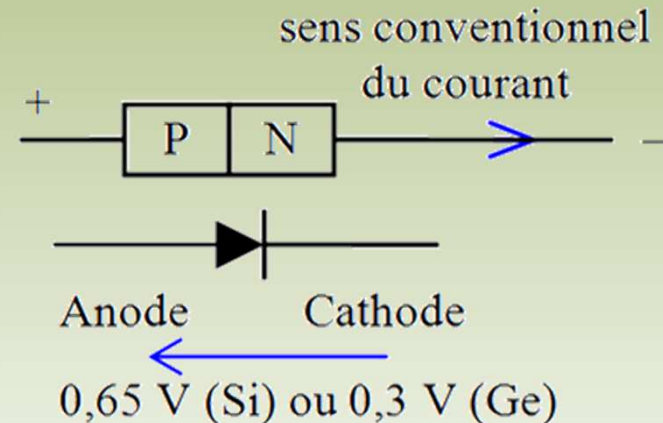
- La diode est passante si :

- l'anode est reliée au +
- et la cathode est reliée au -



- En sens inverse, la résistance de la diode est très importante
- La cathode de la diode est repérée au « K » du dessin et par une bague de couleur sur le composant.
- Le boîtier métallique des diodes de puissance (*qui peut être vissé sur un radiateur*) est relié à la cathode

Voir aussi page **CNFRA** dans Radio-REF de mai 2010



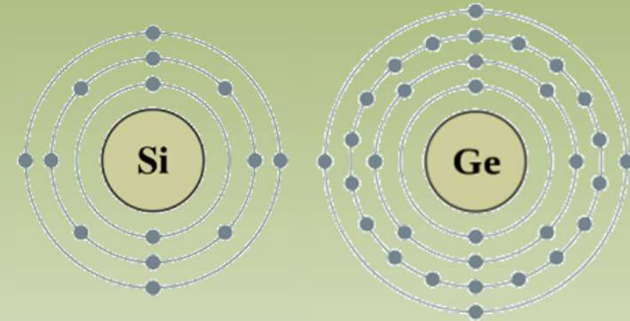


5-1) diodes

- *Structure interne d'un semi-conducteur*

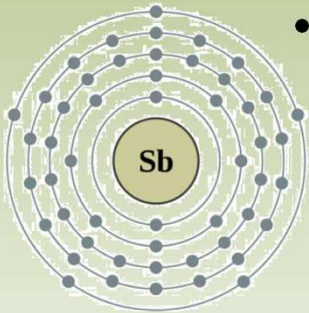
- *Silicium (Si) et Germanium (Ge)*

- *couche externe et liaison covalente*



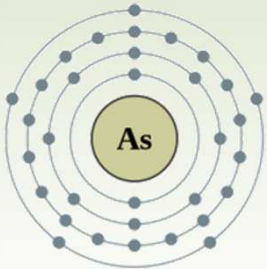
- *Impuretés de type N (excès d'électrons)*

- *antimoine (Sb)*
- *gallium (Ga)*
- *aluminium (Al)*



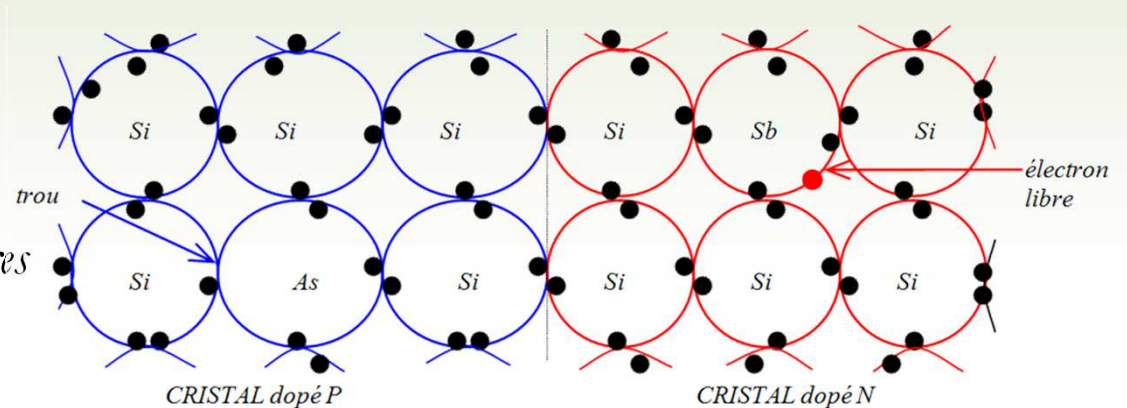
- *Impuretés de type P (déficit d'électrons sur la couche externe)*

- *arsenic (As)*
- *bore (B)*



- *Déplacements*

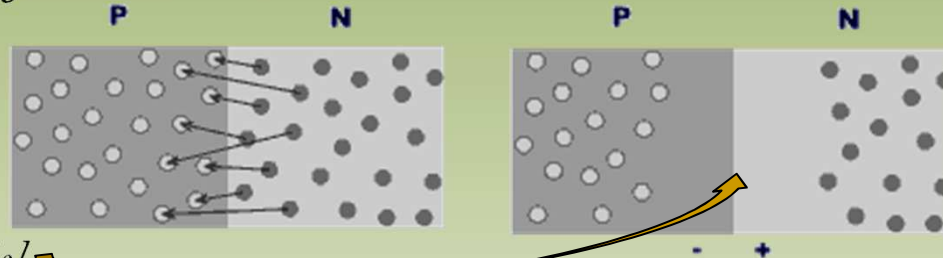
- *des électrons libres*
- *des trous*





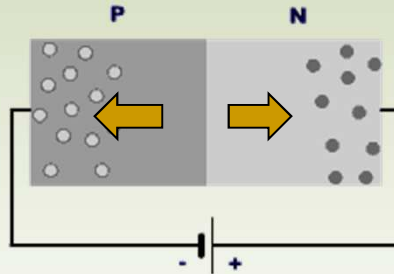
5-1) diodes

- *Le comportement d'une jonction PN*

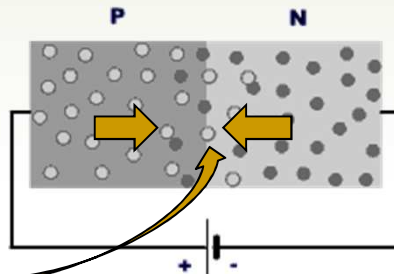


- *au repos ($V_{PN}=0$)*
 - *barrière de potentiel*
 - *les électrons présents dans N bouchent les trous présents dans P*

- *sens inverse ($V_{PN}>0$)*
 - *N relié au +*
 - *P relié au -*



- *sens passant ($V_{PN}<0$)*
 - *tension de seuil*
 - *recombinaison*





5-2) courbes et caractéristiques de fonctionnement des diodes

- Pour mieux comprendre les différentes applications des diodes, il faut analyser la **courbe d'intensité** (I_d) **en fonction de la tension** appliquée à leurs bornes (U_d). On remarque **3 zones** :

- zone **redressement**

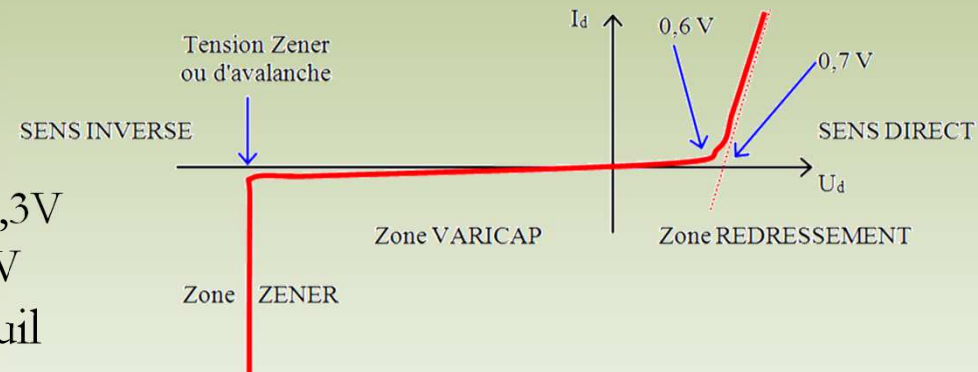
- tension de seuil
 - Germanium = 0,3V
 - Silicium = 0,65 V
- pente au delà du seuil

- zone **Varicap**

- sens inverse
- la barrière de potentiel sert de diélectrique
- *plus la tension inverse est importante, plus la capacité est faible*

- zone **Zener**

- tension Zener (*ou tension de claquage, d'avalanche ou disruptive*)
- avalanche, *effet réversible dans le cas des diodes Zener ou destruction pour les autres diodes.*

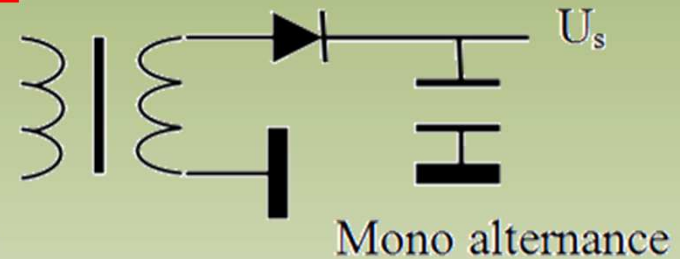




5-3) montages des diodes

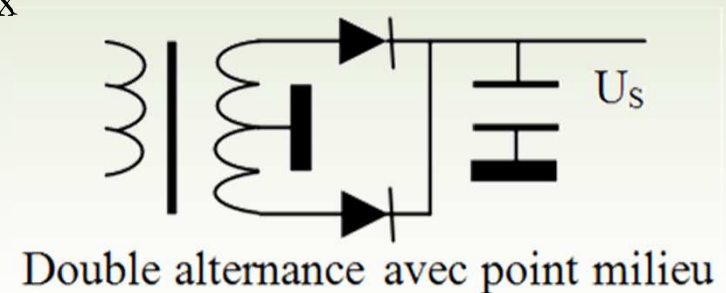
- **Redressement mono-alternance**

- une diode
- une seule alternance redressée
- la seconde alternance est bloquée



- **Redressement double alternance avec transformateur à point milieu**

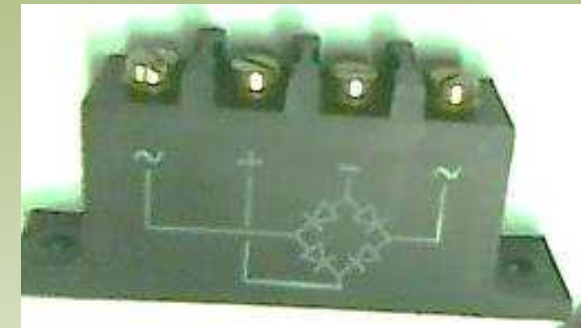
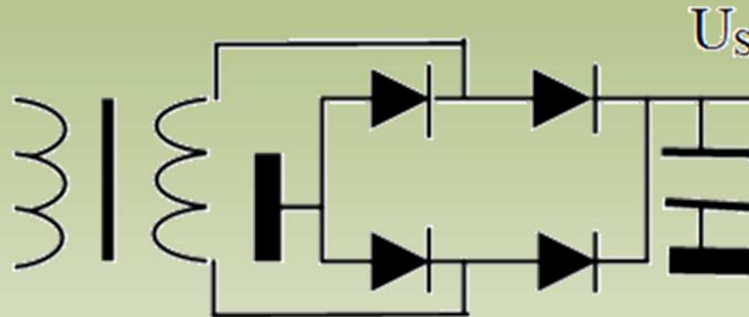
- transformateur plus volumineux
- et plus coûteux
- le condensateur de filtrage a une valeur plus faible
- chaque alternance passe par une diode, la seconde diode bloque le passage du courant





5-3) montages des diodes

- Redressement **double alternance** avec pont de diode



pont de diodes

- chute de tension de 2 diodes (environ 2 V)
- attention au sens des diodes : elles sont toutes dirigées vers le condensateur de filtrage
- Pendant une alternance,
 - les diodes des coins opposés fonctionnent en même temps
 - tandis que les deux autres diodes sont bloquées
 - lors de la seconde alternance, les rôles s'inversent et le courant circule dans l'autre sens dans le secondaire du transformateur



5-3) montages des diodes

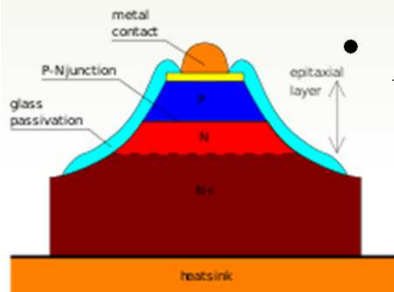
- **Circuit bouchon commandé par une Varicap** : la diode Varicap se reconnaît à son double trait (condensateur)

- diode montée en sens inverse
- utilisation d'un condensateur d'isolement (C_i) pour séparer la tension de commande de la Varicap

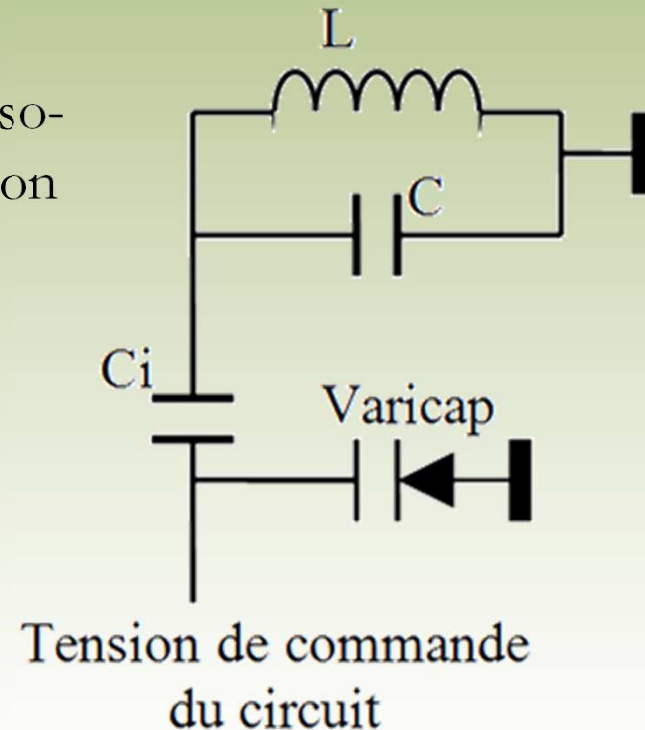


Diode BB109D

- *astuce : une diode Zener (plus courante) possède aussi un effet « Varicap »*



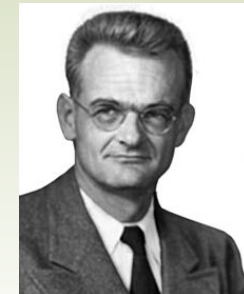
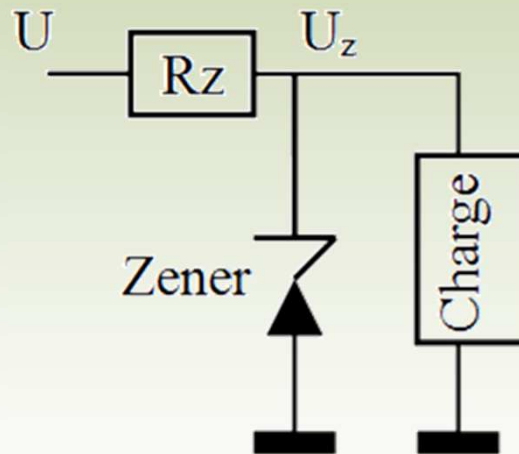
- *pour augmenter la fréquence, il faut diminuer la valeur du condensateur et donc augmenter la tension de commande du circuit.*





5-3) montages des diodes

- Stabilisation par diode Zener
 - se reconnaît par son Z
 - est montée en sens inverse
 - la résistance R_z limite le courant d'avalanche dans la diode Zener



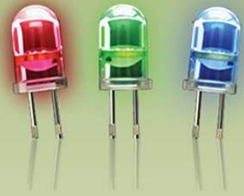
Clarence Zener
1905 – 1993

Théorie de la tension de claquage d'un milieu diélectrique (1934)

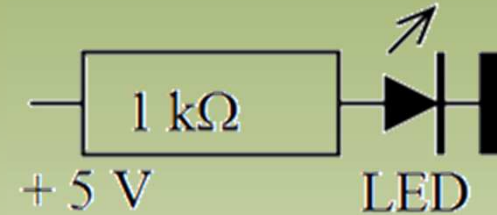


5-3) montages des diodes

- *Les autres diodes et leurs fonctions :*

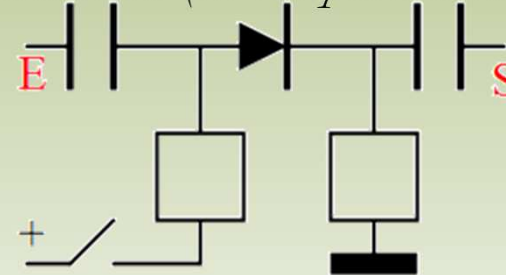


- les **LED** (diodes émettrices de lumière)



- *utilisation d'une diode en commutation (en remplacement d'un relais)*

- les diodes **PIN** :
commutateurs HF



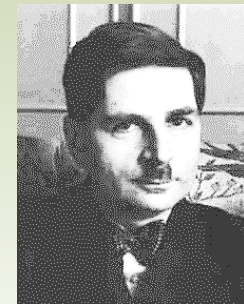
Diode utilisée en commutateur

- les diodes **Schottky** :

*liaison entre un semi-conducteur et un métal
commutation très rapide*

faible tension de seuil (0,25 V)

mais tension inverse limitée et un courant inverse plus élevé



Walter Schottky
1886 – 1976

Bases de la physique des
semi-conducteurs (1927)

- les diodes **Gunn** : utilisation en hyperfréquences (cavités résonantes)

- *la diode Gunn n'est presque plus utilisée de nos jours.*

- *l'instabilité en fréquence des cavités résonantes à diode Gunn ainsi que son bruit de phase élevé en sont les causes principales.*





5-4) alimentation

- Les diodes au silicium font chuter la tension d'un peu plus de 0,7 volt à chaque passage (jusqu'à 1 volt), soit près de 2 volts en tout pour un redressement par pont de diodes.



- dans les questions d'examen, **la chute de tension des diodes est souvent négligée**, attention au piège
- le condensateur de filtrage maintient la valeur de la tension de sortie à sa valeur de crête.

Éléments	Redressement par un Pont	Chute de tension des diodes	Lissage du condensateur
Forme du courant			
Calcul	Alternance 2 redressée U_s ne change pas	Passage dans 2 diodes Chute de $2 \times 0,7$ V	Filtrage $U_s = (U \times 1,414) - (2 \times 0,7$ V)

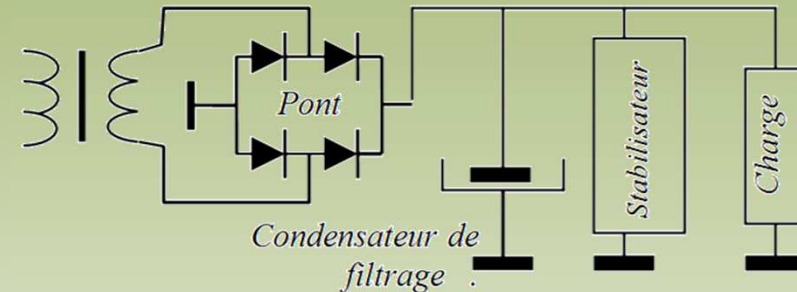
- Voir aussi le montage de la soirée (redressement mono-alternance)*



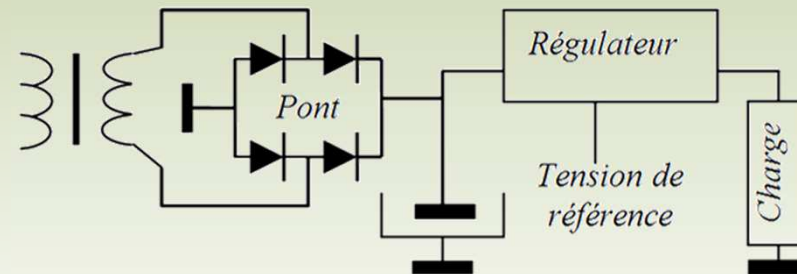
5-4) alimentation

- Après le condensateur de filtrage (de type chimique), on trouve un étage

- de **stabilisation**



- et/ou de **régulation**



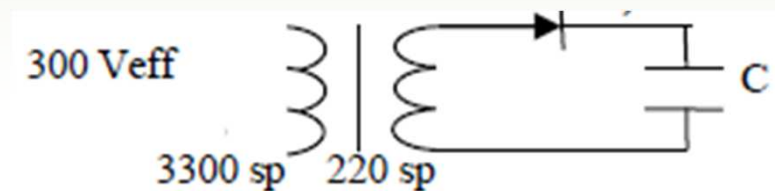
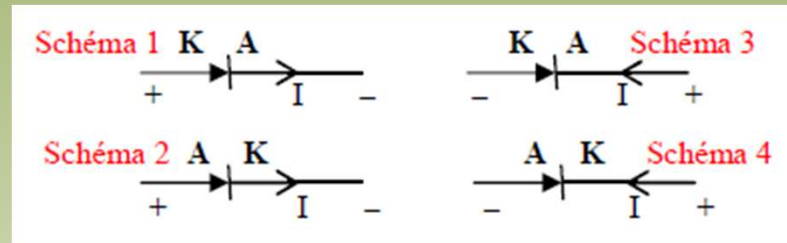
- la tension de référence est générée par un étage stabilisateur
- La **charge** est l'ensemble des équipements branchés sur l'alimentation

Voir aussi page **CNFRA** dans *Radio-REF* de juillet-août 2010



Les questions posées à l'examen

- Comment est polarisée une diode ?
 - schéma 1
 - schéma 2 - *bonne réponse*
 - schéma 3
 - schéma 4
- Tension de seuil d'une diode germanium ?
 - 0,3 V - *bonne réponse*
 - 0,65 V
 - 1,2 V
 - 13,8 V
- Pour quelles applications utilise-t-on la diode PIN?
 - redressement 50 Hz
 - stabilisateur de tension
 - commutation HF - *bonne réponse*
 - capacité variable en fonction de la tension à ses bornes
- Quelle est la tension U_s aux bornes du condensateur ?
 - 20 V
 - 14,14 V
 - 25 V
 - 28,28 V - *bonne réponse*



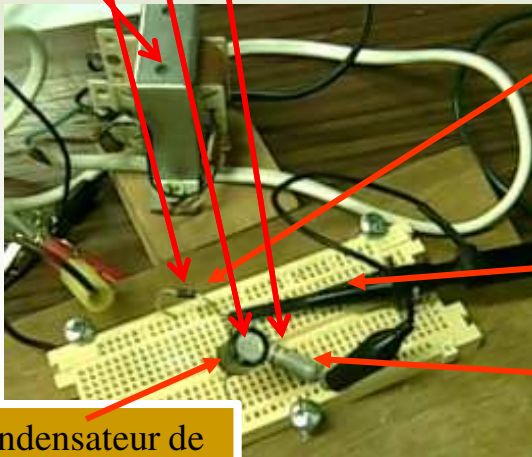
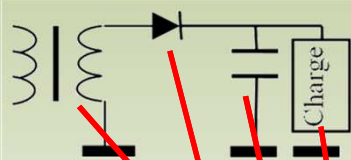
$$Tension\ secondaire = 300 \times (220 / 3300) = 20\ V; \text{ tension sur } C = 20 \times 1,414 = 28,28\ V$$



Chapitre 5

Le montage de la soirée

- Soit une alimentation mono-alternance branchée aux bornes d'une résistance formant la charge. A l'aide d'un oscilloscope, mettre en évidence :
 - incidence de la diode (redressement mono-alternance et chute de tension)
 - incidence du condensateur (valeur maximum)
 - ondulation résiduelle due au filtrage insuffisant



Condensateur de filtrage

- Diode (avec sa bague argentée orientée vers le condensateur)
- Sonde branchée après la diode (image 2)
- Résistance (formant la charge du circuit)



1) avant la diode



2) effet diode (redressement mono-alternance)



3) effet condensateur (avec ondulation résiduelle)

Radio-Club de la Haute Île



F5KFF / F6KGL

Port de Plaisance

F-93330 Neuilly sur Marne

Le cours de F6KGL

était présenté par F6GPX

Bon week-end à tous et à la semaine prochaine !

Retrouvez-nous tous les vendredis soir au Radio-Club de la Haute Île à Neuilly sur Marne (93) F5KFF-F6KGL, sur 144,575 MHz (FM) ou sur Internet.

Tous les renseignements sur ce cours et d'autres documents sont disponibles sur notre site Internet, onglet "*Formation F6GPX*"

f6kgl.f5kff@free.fr

<http://www.f6kgl-f5kff.fr>